

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ «ДНІПРОВСЬКИЙ
МЕТАЛУРГІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

ФАКУЛЬТЕТ ЯКОСТІ ТА ІНЖЕНЕРІЇ МАТЕРІАЛІВ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЯКОСТІ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА МЕТРОЛОГІЇ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор УДУНТ

Проф.

Анатолій РАДКЕВИЧ

" 08 " 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕТАЛОНИ ОДИНИЦЬ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 175 - Інформаційно-вимірювальні технології

Освітня програма: Інформаційно-вимірювальні технології та
інженерія якості

Код освітньої компоненти: ВК2.6-2

Статус дисципліни: вибіркова

Обсяг дисципліни: 8 кредитів ЄКТС

Мова викладання: українська

Дніпро – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Еталони одиниць фізичних величин»

Розробила:

к.т.н., доцент  Катерина ЧОРНОІВАНЕНКО

ПОГОДЖЕНО

Протокол засідання Групи забезпечення якості освітньої програми «Інформаційно-вимірювальні технології та інженерія якості» від «07» серпня 2024 р., № 7.

Гарант освітньої програми:  Євгеній ЧЕРНЕЦЬКИЙ

ПОГОДЖЕНО

Навчально-методичний відділ  Олена ЗАХАРОВА

«15» серпня 2024 р.

ПОГОДЖЕНО

Заст. керівника навчального відділу УДУНТ

 Тетяна ШЕМЕТ

«15» серпня 2024 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання кафедри Систем якості, стандартизації та метрології від «16» серпня 2024 р., № 12.

Завідувач кафедри:

 Анатолій ДОЛЖАНСЬКИЙ

«16» серпня 2024 р.

Реєстраційний номер 175.1.02.ВК2.6-2-24

(надається працівником НМВ)

1 МІСЦЕ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ОСВІТНІЙ ПРОГРАМІ

1.1 Мета навчальної дисципліни

Засвоєння знань та умінь щодо методів і засобів метрологічної перевірки, (верифікації) засобів вимірювальної техніки для забезпечення єдності вимірювань фізичних величин з використанням еталонів різного рівня, ознайомлення з методологією метрологічного забезпечення виробництва на всіх його етапах згідно з нормативними вимогами.

1.2 Компетентності, формування яких забезпечується

Навчальна дисципліна забезпечує набуття таких передбачених освітньою програмою компетентностей:

ІК 1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, що передбачає застосування теорій та методів метрології, способів побудови засобів автоматизації та приладобудування, включаючи системи, інформаційних технологій як у сфері проектування виробів приладобудування, так і при опрацюванні вимірювальної інформації в ситуаціях, що характеризуються невизначеністю умов і вимог.

ЗК-1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

ЗК-5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК-1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання (на основі базових знань фундаментальних розділів математики).

ФК-3. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки.

ФК-6. Здатність виконувати технічні операції при випробуванні, повірці, калібруванні та інших операціях метрологічної діяльності, зокрема, при плануванні та проведенні експериментальних досліджень, обробці та оприлюдненні їх результатів.

ФК-7. Здатність до забезпечення метрологічного супроводу технологічних процесів та сертифікаційних випробувань.

ФК-8. Здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами.

ФК-9. Здатність до здійснення налагодження і докладної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.

ФК-12 Здатність проводити аналіз метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки.

1.3 Програмні результати навчання, що забезпечуються

Оскільки навчальна дисципліна є вибірковою для студентів, які здобувають освітній ступінь бакалавра за освітньою програмою «Інформаційно-вимірювальні технології та інженерія якості», її вивчення не передбачає досягнення визначених освітньою програмою програмних результатів навчання.

1.4 Міждисциплінарні зв'язки

Навчальна дисципліна є вибірковою для вивчення студентами, які здобувають освітній ступінь бакалавра за Освітньою програмою «Інформаційно-вимірювальні технології та інженерія якості».

Передумовами для вивчення дисципліни є попереднє опанування дисциплінами Циклу загальної підготовки («Історія та культура України» та ін.), загально-наукових та загально-технічних дисциплін Циклу фахової підготовки («Вища математика», «Фізика», «Алгоритмізація та програмування», «Електротехніка»), фахових дисциплін цього циклу («Метрологія», «Вимірювальні перетворювачі», «Методи та засоби вимірювань та контроль», «Опрацювання результатів вимірювань» та ін.).

Вивчення дисципліни йде паралельно з дисциплінами «Програмне забезпечення інформаційно-вимірювальних технологій», «Оцінка відповідності, атестація та сертифікація продукції, послуг та персоналу» та ін. Набуті знання і вміння застосовуються студентами при опануванні програми підготовки бакалаврів за фахом та при підготовці ними випускної роботи.

2 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

Код	Очікуваний результат навчання	Рівень
ОРН1	Визначати основні вимоги нормативної документації та особливості її застосування при забезпеченні єдності вимірювань за допомогою еталонів різного рівня.	I
ОРН2	Застосовувати методологію метрологічного забезпечення виробництва на всіх його етапах згідно з нормативними вимогами.	III
ОРН3	Вибирати систему відтворення величин і передачі їх розмірів робочим засобам вимірювань з установленою точністю.	V

ОРН4	Оцінювати необхідність впровадження нових методів, методик, еталонів, стандартних зразків та організувати їх використання.	VI
ОРН5	Знати нормативні документи, які регламентують аспекти коректного застосування засобів вимірювальної техніки, зокрема - еталонів фізичних величин з урахуванням вимог державної та міжнародної метрологічної системи.	I
ОРН6	Застосовувати методологію метрологічного забезпечення виробництва на всіх його етапах згідно з нормативними вимогами	III
ОРН7	Тестувати засоби вимірювальної техніки на відповідність вимогам їх застосування	IV
ОРН8	Оцінювати відповідність застосовуваних методів та методик вимірювань фізичних величин чинним стандартам та нормативним документам.	VI

Соціальні навички (soft skills),
розвитку яких сприяє навчальна дисципліна (ОН - Особистісні навички;
КН - Комунікаційні навички)

Код	Соціальна навичка (<i>soft skill</i>)
ОН1	Здатність управляти власним часом.
ОН2	Здатність самостійно приймати рішення.
ОН4	Розуміння важливості предмету вивчення як філософії забезпечення загальної якості.
КН1	Здатність зрозуміло формулювати думки.
КН3	Здатність дискутувати та надавати аргументовані відповіді.
УН1	Здатність працювати в команді

3 РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Денна форма навчання

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри/півсеместри			
		7		8	
		7/13	7/14	8/15	8/16
Усього годин за навчальним планом	240		120	120	
у тому числі:					
Аудиторні заняття	104		56	48	
– лекції	32		16	16	
– лабораторні роботи	24		16	8	
– практичні заняття	48		24	24	
– семінарські заняття	-		-	-	

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри/півсеместри			
		7		8	
		7/13	7/14	8/15	8/16
Самостійна робота	136		64	72	
– підготовка до аудиторних занять	52		28	24	
– виконання та захист курсової роботи	-		-	-	
– виконання та захист індивідуальних завдань	-		-	-	
– підготовка та складання екзаменів	-		-	-	
– підготовка до інших контрольних заходів	48		24	24	
– опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях	36		12	24	
Форма семестрового контролю			Диф. залік	Диф. залік	

Заочна форма навчання

Види навчальної діяльності	Усього	Семестр	
		7	8
Усього годин за навчальним планом	240	240	
у тому числі:			
Аудиторні заняття	24	24	
– лекції	8	8	
– лабораторні роботи	6	6	
– практичні заняття	10	10	
– семінарські заняття	-	-	
Самостійна робота	216	216	
– підготовка до аудиторних занять	12	12	
– виконання та захист курсової роботи	-	-	
– виконання та захист індивідуальних завдань	12	12	
– опрацювання навчального матеріалу	144	144	
– підготовка та складання екзаменів	-	-	
– підготовка та складання інших контрольних заходів	48	48	
Форма семестрового контролю		Інд. завд. Диф. залік	

4 ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Роз-діл	Тема лекції (заняття)	Обсяг, годин		ОРН	СН	
		Очна форма	Заочна форма			
І	Розділ 1. Основи забезпечення єдності вимірювання					
	Лекції:				ОРН1 ОРН2	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	Наукові та технічні основи єдності вимірювань. Законодавче та організаційне забезпечення єдності вимірювань. Структура та функції метрологічної служби України. Підрозділи державної метрологічної служби України. Державна служба єдиного часу та еталонних частот. Державна служба стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів. Державна служба стандартних довідкових даних України про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів.		4	1		
	Одиниці фізичних величин. Похибки та невизначеність вимірювань. Принципи побудови систем одиниць та види одиниць. Розмірності фізичних величин. Міжнародна система одиниць СІ. Класифікація похибок вимірювання за формою вираження, за джерелами виникнення, за закономірностями виникнення та прояву. Основні положення концепції невизначеності вимірювань.		2	1		
	Практичні заняття:					
	Практична робота № 1. Визначення похибок та невизначеності вимірювань. Обробка результатів спостережень і оцінка похибок вимірювань. Оцінювання результату вимірювань і його невизначеності (складання рівняння вимірювання, оцінка вхідних величин і їх стандартних відхилень, оцінка вимірюваної (вихідної) величини і її невизначеності, складання бюджету невизначеності, оцінка розширеної невизначеності результату вимірювань).		8	1		
	Самостійна робота:					
	Підготовка до аудиторних занять		7	1,5		
	Виконання та захист індивідуальних завдань		-	-		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Забезпечення єдності вимірювань в іноземних країнах (особливості законодавчої бази та практичних прийомів. Узгодження з відповідними аспектами діяльності України) [3, 4, 6].		3	-		
Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)		-	19,5			
Підготовка та складання інших контрольних заходів		6	6			

	У с ь о г о:	30	30		
II	Розділ 2. Класифікація еталонів одиниць фізичних величин				
	Лекції:			ОРН1 ОРН2 ОРН3	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	Класифікація еталонів і передавання розмірів одиниць фізичних величин. Державні первинні еталони. Еталони основних та похідних одиниць Міжнародної системи одиниць. Стандартні зразки. Еталонна база України. Повірочна схема: види та будова. Методи і похибки передавання розмірів одиниць фізичних величин.	4	0,5		
	Еталони та державна повірочна схема для засобів вимірювань геометричних величин. Порядок розробки Методик (методів) вимірювань геометричних величин. Похибки вимірювань геометричних величин. Класи точності засобів вимірювань геометричних величин.	2	0,5		
	Лабораторні заняття:				
	Лабораторна робота № 1. Передача одиниці фізичної величини довжини відповідно до ДСТУ 3741-98 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань довжини». Первинний і вторинні еталони. Робочі еталони засобів вимірювань довжини. Робочі засоби вимірювань довжини	4	1		
	Лабораторна робота № 2. Метрологічна перевірка ЗВТ вимірювання геометричних величин. Допуски і посадки гладких циліндричних і різьбових поверхонь. Засоби вимірювання лінійних розмірів. Засоби вимірювання кутів і їх повірка. Спеціальні засоби вимірювань. Засоби вимірювання шорсткості поверхні. Сучасні системи вимірювань геометричних параметрів.	4	1		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	7	1,5		
	Виконання та захист індивідуальних завдань	-	-		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Історія створення еталонів фізичних величин у світі (<i>перші одиниці фізичних величин. Виникнення сучасних еталонів фізичних величин</i>) [3, 5, 8]	3	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	19,5		
	Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6		
	У с ь о г о:	30	30		
III	Розділ 3. Еталони одиниць системи СІ				
	Лекції			ОРН3 ОРН4	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
Еталони та державна повірочна схема для засобів вимірювань механічних величин. Еталон одиниці маси. Похибка відтворення одиниці маси. Повірочна схема для засобів вимірювання сили. Методи	2	1			

	відтворення сили. Еталони у сфері вимірювань твердості.				
	Практичні заняття:				
	Практична робота № 2. Визначення можливості застосування методики метрологічної перевірки ЗВТ геометричних величин для визначеного приладу. Державні перевірочні схеми засобів вимірювання геометричних величин. Вимірювання геометричних величин (довжини, відхилень від прямолінійності та площинності, параметрів шорсткості, параметрів евольвентних поверхонь та кута нахилу лінії зуба).	8	1		
	Лабораторні заняття:				
	Лабораторна робота № 3. Передача одиниці фізичної величини маси відповідно до ДСТУ 3381-96 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань маси». Державний і вторинні еталони маси. Робочі засоби вимірювань маси. Перелік відповідності класів точності ДСТУ класам точності рекомендацій МОЗМ для засобів вимірювань маси.	4	1		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	7	1,5		
	Виконання та захист індивідуальних завдань	-	-		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Перспективи розвитку еталонної бази України (нові еталони одиниць фізичних величин. Техніко-економічні показники розвитку еталонної бази. Використання квантових ефектів, фундаментальних фізичних констант при удосконаленні еталонної бази України) [3, 6, 7]	3	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	19,5		
	Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6		
	Усього:	30	30		
IV	Розділ 4. Забезпечення єдності та однозначності вимірювання				
	Лекції:				
	Методологія метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання механічних величин. Особливості проведення метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання механічних величин. Компаратори та еталони для проведення метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання механічних величин	2	1	ОРН2 ОРН3 ОРН4	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	Практичні заняття:				
	Практична робота № 3. Визначення можливості застосування методики метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання механічних величин. Державні перевірочні схеми засобів вимірювання механічних величин. Методика (методи) вимірювань механічних	8	1		

	величин. Повірка та випробування ЗВТ сили і крутного моменту сили. Повірка та випробування контрольно-діагностичного обладнання. Повірка ЗВТ твердості, параметрів руху.				
	Лабораторні заняття:				
	Лабораторна робота № 4. Складання методики передачі одиниць фізичних величин відповідно до ДСТУ 3381-96 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань маси». Порядок передачі розміру одиниці маси. Аналіз і вибір методів передачі розмірів одиниці маси. Вимірювальні прилади та установки для відтворення одиниці маси.	4	1		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	7	1,5		
	Виконання та захист індивідуальних завдань	-	-		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Еталони для вимірювання іонізуючого випромінювання та ядерних констант (еталони для вимірювань характеристик іонізуючих випромінювань і їх джерел в Україні. Метрологічні характеристики державних первинних еталонів для вимірювання іонізуючого випромінювання та ядерних констант) [3, 5]	3	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	19,5		
	Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6		
	У с ь о г о:	30	30		
V	Розділ 5. Теоретичні основи метрологічного забезпечення				
	Лекції:			ОРН5 ОРН6	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	Теоретичні основи метрологічного забезпечення. Забезпечення точності вимірювань. Основи законодавчої метрології. Наукове, законодавче, інформаційне, технічне та організаційне забезпечення метрологічної перевірки засобів вимірювальної техніки.	4	0,5		
	Засоби вимірювання геометричних параметрів. Метрологічна перевірка засобів вимірювальної техніки. Види метрологічних перевірок. Особливості проведення метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання геометричних, механічних та електричних величин. Компаратори та еталони для проведення метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання геометричних, механічних та електричних величин. Контрольно-вимірювальні прилади.	4	0,5		
	Практичні заняття:				

	Практична робота № 4. Складання "Переліку засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації та підлягають повірці" (графіку повірки). Загальні положення. Порядок складання та погодження переліків. Складання переліку засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації та підлягають повірці за видами вимірювань із зазначенням назви, умовного позначення, метрологічних характеристик та кількості засобів вимірювальної техніки, сфери застосування, назви організації, яка проводить повірку.	2	1		
	Практична робота № 5. Складання документації супроводження ЗВТ (паспорт ЗВТ, результати державної перевірки й ін.) при метрологічній перевірці. Оформлення результатів первинної, періодичної та позачергової повірки. Форми свідочств про повірку. Форми довідок про непридатність.	2	1		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	6	1,5		
	Виконання та захист індивідуальних завдань	-	-		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Вимоги до осіб, які займаються державною перевіркою ЗВТ (Порядок атестування на право здійснювати перевірку ЗВТ. Підготовка та проведення атестування) [1, 6]	6	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	19,5		
	Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6		
	У сь о г о:	30	30		
VI	Розділ 6. Практичні заходи з метрологічної перевірки ЗВТ				
	Лабораторні заняття:			ОРН6 ОРН7	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	<u>Розрахунково-графічна робота</u> Лабораторна робота № 5. Передача одиниці електричного опору відповідно до ДСТУ 3712-98 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань електричного опору». Державний первинний еталон і вторинні еталони для засобів вимірювань електричного опору. Методи та засоби повірки. Робочі засоби вимірювань електричного опору.	4	1		
	Практичні заняття:				
	Практична робота № 6. Складання методики передачі одиниць фізичних величин відповідно до ДСТУ 3712-98 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань електричного опору». Порядок передачі розміру одиниці електричного опору. Аналіз і вибір методів передачі	4	1		

	розмірів одиниці електричного опору. Вимірювальні прилади та установки для відтворення одиниці електричного опору.				
	Практична робота № 7. Складання методики передачі одиниць фізичних величин відповідно до ДСТУ 3870-99 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань твердості за шкалами Брінелля і Віккерса» та ДСТУ 3869-99 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань твердості за шкалами Роквелла і Супер-Роквелла». Порядок передачі розміру одиниці твердості. Аналіз і вибір методів передачі розмірів одиниці твердості. Вимірювальні прилади та установки для відтворення одиниці твердості.	4	1		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	6	1,5		
	Виконання та захист індивідуальних завдань	-			
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Вартість повірки ЗВТ у центрах метрологічної служби України (Розрахунок вартості повірки ЗВТ. Особливості і вартість атестації еталонів одиниць фізичних величин) [3, 7]	6	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	19,5		
	Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6		
	У с ь о г о:	30	30		
VII	Розділ 7. Здійснення робіт із забезпечення єдності вимірювань				
	Лекції:			ОРН7 ОРН8	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	Метрологічна перевірка ЗВТ для вимірювання часу та частоти, тиску та вакуумних вимірювань. Особливості проведення метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання часу та частоти, тиску та вакуумних вимірювань. Компаратори та еталони для проведення метрологічної перевірки вимірювання часу та частоти, тиску та вакуумних вимірювань. Контрольно-вимірювальні прилади.	2	0,5		
	Метрологічна перевірка ЗВТ для вимірювання фізико-хімічного складу і властивостей речовин. Контрольно-вимірювальні прилади. Особливості проведення метрологічної перевірки ЗВТ вимірювання фізико-хімічного складу і властивостей речовин.	2	0,5		
	Практичні заняття:				
	Практична робота № 8. Складання методики передачі одиниць фізичних величин відповідно до ДСТУ 3538-97 «Метрологія. Державна повірочна	2	0,5		

схема для засобів вимірювань часу та частоти». Порядок передачі розміру одиниці часу та частоти. Аналіз і вибір методів передачі розмірів одиниці часу та частоти. Вимірювальні прилади та установки для відтворення одиниці часу та частоти.		
Практична робота № 9. Складання методики передачі одиниць фізичних величин відповідно до ДСТУ 3388-96 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань абсолютного тиску в діапазоні від $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^3$ Па». Порядок передачі розміру одиниці абсолютного тиску. Аналіз і вибір методів передачі розмірів одиниці абсолютного тиску. Вимірювальні прилади та установки для відтворення одиниці абсолютного тиску.	2	0,5
Практична робота № 10. Визначення можливості застосування методики метрологічної перевірки ЗВТ для вимірювання часу та частоти. Державні повірочні схеми засобів вимірювання часу та частоти. Вимірювання величин часу та частоти (вимірювачі тимчасових інтервалів, компаратори, секундоміри, частотоміри, міри частоти прецизійні і т.д.).	2	0,5
Практична робота № 11. Визначення можливості застосування методики метрологічної перевірки ЗВТ для вимірювання тиску. Державні повірочні схеми засобів вимірювання тиску. Засоби вимірювання абсолютного тиску (вакуумметри деформаційні, теплові, іонізаційні, магнітні електророзрядні). Вимірювачі атмосферного тиску. Манометри, вакуумметри, мановакуумметри (в т.ч. з умовною шкалою), самописні та перетворювачі тиску вимірювальні з пневматичними і електричними вихідними сигналами (в т.ч. у вигляді цифрового коду).	2	0,5
Самостійна робота:		
Підготовка до аудиторних занять	6	1,5
Виконання та захист індивідуальних завдань	-	-
Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Розташування і зберігання еталонів одиниць електричних і магнітних величин (Єдність електричних вимірювань. Державний первинний еталон одиниці електричного опору. Державний первинний еталон одиниці електрорушійної сили і постійної напруги. Державний первинний еталон одиниці магнітної індукції) [3, 4, 6]	6	-
Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	19,5
Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6

		У с ь о г о:		30	30		
VIII	Розділ 8. Забезпечення єдності вимірювань для температурних, оптико-фізичних та акустичних вимірювань						
	Лекції:					ОРН8	ОН1 ОН2 ОН4 КН1 КН3
	Метрологічна перевірка ЗВТ для температурних та теплофізичних вимірювань. Особливості проведення метрологічної перевірки ЗВТ для температурних та теплофізичних вимірювань. Компаратори та еталони для проведення метрологічної перевірки ЗВТ для температурних та теплофізичних вимірювань.		2	1			
	Метрологічна перевірка ЗВТ для вимірювання акустичних величин. Особливості проведення метрологічної перевірки ЗВТ для вимірювання акустичних вимірювань. Компаратори та еталони для проведення метрологічної перевірки ЗВТ акустичних вимірювань.		2				
	Лабораторні заняття:						
	Лабораторна робота № 6. Передача одиниці фізичної величини температури Кельвіна відповідно до ДСТУ 3742-98 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань температури. Контактні засоби вимірювань температури». Засоби повірки температурних і теплофізичних засобів вимірювань. Методика повірки інфрачервоних пірометрів і тепловізорів в діапазоні температур від мінус 50 до 3000 °С. Засоби вимірювання теплофізичних і температурних величин, які застосовуються для вимірювання температури в рідких і газоподібних середовищах в різних галузях промисловості, в тому числі в нафтохімічній, нафтопереробній, в паливно-енергетичному комплексі		2				
	Лабораторна робота № 7. Визначення можливості застосування методики метрологічної перевірки ЗВТ для температурних та теплофізичних вимірювань. Національний еталон одиниці температури в реперних точках Міжнародної температурної шкали МТШ-90. Засоби вимірювань температури першого і другого розрядів, термостати і установки. Повірка засобів вимірювальної техніки температури контактним і безконтактним методами.		2				
	Практичні заняття:						
Практична робота № 12. Складання методики передачі одиниць фізичних величин відповідно до ДСТУ 3742-98 «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань температури. Контактні засоби вимірювань температури». Порядок передачі розміру одиниці температури. Аналіз і вибір методів передачі розмірів одиниці		2					

температури. Вимірювальні прилади та установки для відтворення одиниці температури			
Практична робота № 13. Визначення можливості застосування методики метрологічної перевірки ЗВТ для вимірювання акустичних величин. Державні повірочні схеми засобів вимірювання акустичний величин. Повірка, калібрування та метрологічна атестація засобів акустичних вимірювань (шумомірів-аналізаторів, вимірювальних мікрофонів, акустичних калібраторів, вимірювальних підсилювачів, частотних аналізаторів і ін.). Випробування, в тому числі - сертифікаційні, по шумовим характеристикам електропобутових товарів, засобів обчислювальної техніки, іграшок, і інших виробів, що є джерелами шуму	2		
Самостійна робота:			
Підготовка до аудиторних занять	6	1,5	
Виконання та захист індивідуальних завдань	-	12	
Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Розташування і зберігання еталонів для оптико-фізичних вимірювань (Фотометрія та колориметрія. Державний первинний еталон одиниці сили світла. Системи еталонів у галузі спектрорадіометрії) [3, 4, 7]	6	-	
Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	7,5	
Підготовка та складання інших контрольних заходів	6	6	
У с ь о г о:	30	30	

5 МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Дисципліна передбачає навчання через:

- пояснювальні вербально-ілюстративні інтерактивні лекції (МН1);
- репродуктивно-практичні заняття (МН2);
- практико-орієнтоване навчання (МН3);
- частково-пошукове навчання (МН4);
- модульне навчання (МН5).

Лекції надають студентам матеріали з базових визначень та понять щодо забезпечення єдності вимірювань, конструкції обладнання для різних видів вимірювань, технічних характеристик обладнання та оснащення для вимірювань, а також матеріали щодо причин виникнення, попередження та усунення похибок вимірювань, що є основою для самостійного удосконалення компетентностей здобувачів вищої освіти.

Лекції проводяться в інтерактивному режимі з розглядом при представленні викладачем навчальної інформації проблемних ситуацій.

Лекції доповнюються репродуктивно-практичними заняттями, які мають ділову спрямованість (часто – за вибором здобувача згідно з предметною сферою будь-якої економічної діяльності: важка, легка або хімічна промисловість, будівництво, бізнес, менеджмент, транспорт, виробництво харчової продукції, фармакологія тощо).

Практико-орієнтоване навчання реалізується шляхом самостійного визначення здобувачем освіти методології метрологічного забезпечення виробництва (на підставі власного досвіду та/або інформації, що отримана з різних джерел) при виконанні ним практичних та лабораторних робіт. Цей метод застосовується на практичних і лабораторних заняттях із засвоєння основних положень на основі відомих принципів та підходів із забезпечення єдності вимірювань, наприклад, коли викладач пропонує матрицю відображення результатів аналізу за певними критеріями, а здобувачі, враховуючи надані критерії, відображують їх за власним варіантом обраної предметної сфери.

Пошуковий метод застосовується через організацію активного розв'язання завдань, висунутих викладачем, практичних та лабораторних робіт, які характеризуються наперед неповністю визначеною предметною сферою щодо застосування методів і засобів вимірювань, які забезпечують єдність та відтворюваність вимірювань та частково мають творчу спрямованість.

Модульне навчання полягає у представленні навчального матеріалу у вигляді окремих змістовно, методично і організаційно завершених розділів (модулів): автономних частин дисципліни, що інтегруються з іншими частинами.

Заходи, що використовуються для *розвитку соціальних навичок*:

1) Здатність керувати власним часом (ОН1) формується встановленням контрольних термінів виконання практичних та лабораторних робіт, самостійної роботи і, додатково - для студентів заочної форми навчання - при виконанні ними індивідуального завдання.

2) Здатність самостійно приймати рішення (ОН2) реалізується завдяки необхідності приймати рішення щодо способів щодо виконання студентами практичних та лабораторних робіт, самостійної роботи і, додатково – для студентів заочної форми навчання - індивідуального завдання.

3) Здатність формулювати цілі (ОН3) формується у студентів при виконанні практичних та лабораторних робіт з конкретизацією заходів щодо визначення застосованих засобів вимірювань та їх метрологічних характеристик у певній предметній сфері економічної діяльності.

4) Для розвитку прихильності до позитивного мислення (ОН4) лектор проявляє доброзичливе ставлення до студентів, користуючись прикладами запровадження заходів з потрібних вимірювань для контролю споживчих характеристик продукції, успішного виконання вимог навчального плану за

Освітньою програмою та застосування набутих знань і умінь у виробничій діяльності випускників.

5) Здатність зрозуміло письмово відобразити думки (КН1) формується у процесі складання висновків за результатами практичних та лабораторних і, додатково – для студентів заочної форми навчання - індивідуального завдання.

6) Здатність надавати аргументовані відповіді (КН3) розвивається у студентів під час опитувань на аудиторних заняттях, на захисті практичних і лабораторних робіт, а також під час захисту індивідуального завдання студентами заочної форми навчання.

7) Здатність результативно працювати у команді (УН1) розвивається у студентів при моделюванні та сумісному обговоренні (в рамках ділової гри) комплексного оцінювання переліку застосовного метрологічного оснащення контролю якості систем, процесів, та продукції.

6 МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

6.1 Методи поточного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за результатами інтерактивного спілкування, самооцінювання, обговорення та взаємне оцінювання студентами результатів виконання практичних, лабораторних робіт та індивідуального завдання (останнє - для студентів заочної форми навчання). Оцінкою з виконання практичних, лабораторних робіт та індивідуального завдання може бути «зараховано» або «не зараховано» без фіксації в екзаменаційній відомості.

6.2 Методи та критерії семестрового оцінювання

Оцінки з кожного розділу визначаються за прийнятою шкалою згідно із затвердженими критеріями за результатами таких контрольних заходів:

- оцінки РО1, РО2, РО3 та РО4 з розділів 1, 2, 3 та 4 відповідно – за результатами письмової контрольної роботи у тестовій формі (РК1);
- оцінки РО5, РО6, РО7 та РО8 з розділів 5, 6, 7 та 8 відповідно – за результатами письмової контрольної роботи у тестовій формі (РК2).

6.3 Критерії семестрового та підсумкового оцінювання

Формою семестрового контролю з дисципліни є диференційований залік.

Оцінка С1 формується за результатами контрольних робіт РК1 та РК2 за прийнятою шкалою як середнє арифметичне оцінок РО1, РО2, РО3, РО4, РО5, РО6, РО7, РО8 з округленням до найближчого цілого числа.

Необхідною умовою отримання позитивної оцінки з розділів 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 та 8 є відпрацювання та надання звіту з усіх практичних, лабораторних

робіт та індивідуального завдання (останнє - для студентів заочної форми навчання) відповідного розділу.

Отримання незадовільної оцінки з розділу або її відсутність через відсутність здобувача на контрольному заході не створює підстав для недопущення здобувача до наступного контрольного заходу.

Студент не може бути допущеним до семестрового контролю за відсутності позитивної оцінки хоча б з одного із розділів.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни формується як середнє арифметичне визначених за прийнятою шкалою усіх оцінок з розділів з округленням до цілого числа.

7 РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:

7.1 Засоби навчання

Навчальний процес передбачає використання графічних засобів: схеми, плакати, копії документів тощо (ЗН1), комп'ютеризованих робочих місць для проведення інтерактивних лекцій, практичних та лабораторних робіт, прикладного програмного забезпечення для підтримки дистанційного навчання: ZOOM, Google Class тощо (ЗН3).

7.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література

1. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" (актуалізовані редакції).
2. ДСТУ 3231-2007. Метрологія. Еталони одиниць фізичних величин. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування. К.: Держстандарт, 2007. 27 с.
3. Метрологія, забезпечення єдності вимірювань та еталони одиниць фізичних величин: Підручник (з грифом Вченої ради НМетАУ) / К.О. Черноіваненко та ін. Дніпро: Видавництво "Свідлер А.Л.", 2018. 164 с.
4. Методи та засоби інформаційно-вимірювальної техніки, випробувань і контролю: Підручник (з грифом Вченої ради НМетАУ) / Є.О. Петльований та ін. Дніпро: Видавництво «Свідлер А.Л.», 2018. 191 с.
5. Захаров, И.П., Павленко Ю.Ф. Эталоны в области электрорадиоизмерений: Справочное пособие. Москва: Горячая линия – Телеком, 2008. 192 с.
6. Метрологія та вимірювальна техніка / Є.С. Поліщук та ін. Львів: Бескет Біт, 2003. 544 с.
7. Метрологія та вимірювальна техніка / В.В. Кухарчук та ін. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. 252 с.

Допоміжна література

8. Полішко С.П. Метрологія. Книга 1. Фізичні величини, одиниці та перевірні схеми засобів вимірювання: навчальний посібник. К.: ІСДО, 1994. 248 с.
9. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація: Навч. посібник. Львів: Афіша, 2004. 324 с.
10. Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація і сертифікація: Підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 264 с.
11. Цюцюра В.Д. Метрологія та основи вимірювань: Навч. посібник. К.: Знання-Прес, 2003. 287 с.
12. Положення про виконання кваліфікаційної роботи в Українському державному університеті науки і технологій : рукопис / Розробники: Радкевич А.В. та ін. Дніпро : УДУНТ. 2022. 47 с.

**8 УЗГОДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ
З МЕТОДАМИ ВИКЛАДАННЯ, НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ**

Очікуваний результат навчання за дисципліною	Програмні результати навчання	Види навчальних занять*)	Методи, викладання і навчання	Засоби навчання	Форми та методи оцінювання
ОРН1	-	Л, ПЗ, ЛЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК1
ОРН2	-	Л, ПЗ, ЛЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК1
ОРН3	-	Л, ПЗ, ЛЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК1
ОРН4	-	Л, ПЗ, ЛЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК1
ОРН5	-	Л, ПЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК2
ОРН6	-	Л, ПЗ, ЛЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК2
ОРН7	-	Л, ПЗ, ЛЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК2
ОРН8	-	Л, ЛЗ, ПЗ	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2, ЗН3	РК2

*) *Примітка:* Л – лекції; ПЗ – практичні заняття, ЛЗ – лабораторні заняття